

Olimpiada de Fizică
Etapa pe judeţ
24 februarie 2007
Subiecte

X

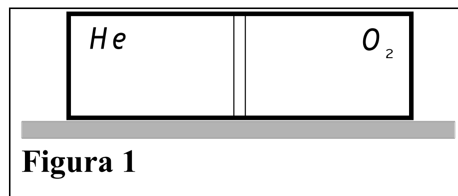


Figura 1

1. Un cilindru orizontal este împărţit în două compartimente egale printr-un piston fix. În cele două compartimente se află mase egale (m) de He (μ_1) respectiv $O_2(\mu_2)$. La un moment dat pistonul devine permeabil pentru heliu. Considerând aceeaşi temperatură în cele două compartimente, calculează:

a) presiunea din fiecare compartiment în starea finală de echilibru, dacă presiunea iniţială a heliului este p_0;

b) variaţia relativă a energiei interne din fiecare compartiment;

c) distanţa pe care se deplasează cilindrul dacă acesta este aşezat pe o suprafaţă orizontală lucie. Lungimea cilindrului este ℓ. Cât ar deveni această deplasare dacă pistonul s-ar putea deplasa fără frecare? Cilindrul şi pistonul au fiecare masa M.

2.

a) Un corp, aflat la înălţimea h_0 faţă de o suprafaţă orizontală, cade liber în vid. Considerând că ciocnirea dintre corp şi suprafaţă se realizează cu un coeficient de restituire $k < 1$, calculează variaţia temperaturii corpului, care are căldura specifică c, după n ciocniri succesive cu suprafaţa, dacă de fiecare dată el reţine jumătate din căldura degajată prin ciocnire.

b) Un vas închis, cu volumul $V = 2L$, conţine aer uscat la presiunea $p_0 = 10^5 Pa$ şi temperatura $t = 17^{\circ}C$. În vas se introduce o cantitate de apă cu masa $m = 1g$. Vasul este încălzit până la temperatura $t_2 = 100^{\circ}C$. R=8314,4 J/kmolK . Calculează presiunea din vas la temperaturile:

b₁) $\theta_1 = 50^{\circ}C$ (la această temperatură, presiunea vaporilor saturanţi ai apei este $p_{s1} = 12{,}33 kPa$);

b₂) $\theta_2 = 100^{\circ}C$.

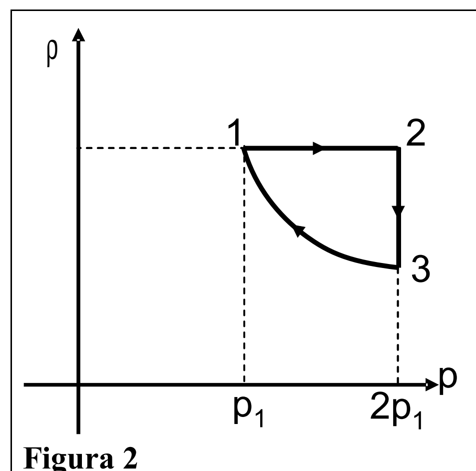


Figura 2

3. A. O cantitate de gaz monoatomic ($C_V = \frac{3}{2}R$), aflată iniţial în starea 1($p_1 = 100kPa, V_1 = 1L$) se destinde dublându-şi volumul în timp ce temperatura sa se înjumătăţeşte. Calculează lucrul mecanic efectuat de gaz.

B. O maşină termică al cărui ciclu este reprezentat în figura 2, utilizează gaz monoatomic. ρ este densitatea gazului, p presiunea sa; transformarea 3-1 este un arc de hiperbolă echilateră. Calculează

a) randamentul maşinii;

b) randamentul unui ciclu Carnot care ar avea loc între temperaturile extreme ale ciclului de mai sus.

---

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerinţele a, b, respectiv c.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.



(Subiect propus de prof. dr. Constantin Corega CNER Cluj-Npoca, prof. Constantin Rus CNLR Bistrița, prof. Seryl Talpalaru CNER Iaşi)



Olimpiada de Fizică
Etapa pe județ
24 februarie 2007
Barem

X

Subiect	**Parțial**	**Punctaj**
1. Barem subiect 1		**10**
a) $p_{01} = \dfrac{mRT}{\mu_1 V} = p_0$;	0.50	3
Heliul trece prin piston până când presiunea sa devine aceeaşi peste tot $\Rightarrow \nu_{He1} = \nu_{He2} = \dfrac{m}{2\mu_1}$	1.00	
$p_1 = \dfrac{mRT}{2\mu_1 V} = \dfrac{p_0}{2}$	0.50	
$p_2 = \left(\dfrac{m}{2\mu_1} + \dfrac{m}{\mu_2}\right)\dfrac{RT}{V} = \dfrac{2\mu_1 + \mu_2}{2\mu_2} p_0$.	1.00	
b) $U_1 = \nu_1 C_{V1} T, U_1' = \dfrac{\nu}{2} C_{V2} T$; $\dfrac{\Delta U_1}{U_1} = -\dfrac{1}{2}(50\%)$	1.00	3
$U_2 = \nu_2 C_{V2} T$, $U_2' = \dfrac{\nu_1}{2} C_{V1} T + \nu_2 C_{V2} T$,	1.00	
$C_{V1} = \dfrac{3}{2} R$, $C_{V2} = \dfrac{5}{2} R$	0.50	
$\dfrac{\Delta U_2}{U_2} = \dfrac{3}{10}\dfrac{\mu_2}{\mu_1}$	0.50	
c) Considerând sistemul izolat, centrul de masă al sistemului rămâne imobil,	0.50	3
$m\dfrac{\ell}{4} + m\dfrac{3\ell}{4} + 2M\dfrac{\ell}{2} = m\left(\dfrac{\ell}{2} - x\right) + m\left(\dfrac{3\ell}{4} - x\right) + 2M\left(\dfrac{\ell}{2} - x\right)$	0.50	
astfel încât deplasarea cilindrului vai fi $x = \dfrac{m}{m+M}\dfrac{\ell}{8}$.	0.50	
Heliul, din cele două compartimente, ***la echilibru***, acționează cu forțe egale asupra pistonului. Ca urmare, pistonul ***mobil*** se va deplasa, sub acțiunea oxigenului, până la capătul din stânga al cilindrului.	1.00	
$m\dfrac{\ell}{4} + m\dfrac{3\ell}{4} + 2M\dfrac{\ell}{2} = (2m + M)\left(\dfrac{\ell}{2} - x\right) + M(-x)$	0.25	
$x = -\dfrac{M}{m+M}\dfrac{\ell}{4}$	0.25	
Oficiu		**1**

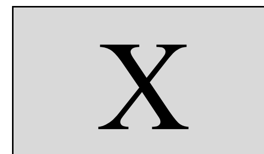
1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

Subiect	**Parțial**	**Punctaj**
2. Barem subiect 2		**10**
a) $v_1 = kv_0, h_1 = k^2h_0$, $v_2 = kv_1 = k^2v_0$, $h_2 = k^4h_0$	1.00	4
$v_n = kv_{n-1} = k^nv_0 \Rightarrow h_n = k^{2n}h_0$	1.00	
$mc\Delta\theta = \frac{1}{2}mgh_0\left(1-k^{2n}\right) \Rightarrow$	1.00	
$\Delta\theta = \frac{1}{2}\frac{gh_0}{c}\left(1-k^{2n}\right)$	1.00	
b) La orice temperatură se poate scrie, pentru amestecul de aer şi vapori din vas $p = p_a + p_v$; $p = \frac{\nu_{aer}RT}{V} + \frac{\nu_{vap}RT}{V}$ unde s-a neglijat volumul ocupat de apa în stare lichidă.	1.00	5
Aerul suferă o transformare izocoră şi va avea la temperatura T_1 presiunea parțială $p_1' = p_0\frac{T_1}{T}$.	0.50	
Presupunem că toată apa se vaporizează. Se poate calcula presiunea vaporilor la temperatura T_1 şi volumul V: $p_v' = \frac{mRT_1}{\mu V} \Rightarrow p_v' \cong 7,46\cdot10^4 Pa = 74,6 kPa$ adică $p_v' \geq p_{S1}$ ceea ce **nu este posibil**	1.00	
Rezultă că, la temperatura θ_1, se vaporizează o parte din cantitatea de apă iar presiunea parțială a vaporilor este $p_v' = p_{S1}$ şi: $p_1 = p_1' + p_{S1} \Rightarrow p_1 \cong 124 kPa$	1.00	
La $t_2 = 100^0C$, presiunea vaporilor saturanți ai apei este: $p_{S2} = p_0 = 10^5 kPa$. Dacă toată apa este în stare de vapori: $p_v'' = \frac{mRT_2}{\mu V} \Rightarrow p_v'' \cong 8,61\cdot10^4 Pa = 86,1 kPa$ adică $\mathbf{p_v < p_{S2}}$**.** toată apa este în stare de vapori nesaturați şi:	1.00	
$p_2 = p_0\frac{T_2}{T} + p_v'' \Rightarrow p_2 \cong 2,15\cdot10^5 Pa = 215 kPa$	0.50	
Oficiu		**1**

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.



Olimpiada de Fizică
Etapa pe județ
24 februarie 2007
Barem



Subiect	**Parțial**	**Punctaj**
3. Barem subiect 3		**10**
A. Transformarea este de tipul $V \cdot T = ct.$ sau	0,5	**4**
$pV^2 = ct.$ adică o transformare politropică al cărui indice politropic este $n = 2$	1	
Deci : $p_2 = p_1\left(\dfrac{V_1}{V_2}\right)^2$, adică $p_2 = \dfrac{p_1}{4}$;	1	
Ca urmare: $L = -\dfrac{p_2V_2 - p_1V_1}{n-1}$,	1	
adică $L = 50J$	0,5	
B. **a)** Reprezentăm ciclul în coordonate $p = f(V)$:	1,5	**5**
$\eta = \dfrac{L}{Q_{abs}}$, unde $L = \dfrac{pV}{2}$	0,5	
$Q_{abs} = Q_{12} + Q_{23}$ sau $Q_{abs} = \nu C_V (T_2 - T_1) + \nu C_p (T_3 - T_2)$	0,5	
Unde $C_p = C_V + R$; $T_2 = \dfrac{p_2}{p_1} T_1$; $\Rightarrow$ $T_2 = 2T_1 \Rightarrow$ $p_2 = 2p_1$	0,5	
Pe transformarea 3-1: $V_2 = \dfrac{p_2}{p_1} V_1$ adică $V_2 = 2V_1$	0,5	
$\eta = \dfrac{1}{13}$	0,5	
b) $\eta_C = 1 - \dfrac{T_1}{T_3} = \dfrac{1}{4}$.	1	
Oficiu		**1**

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.